

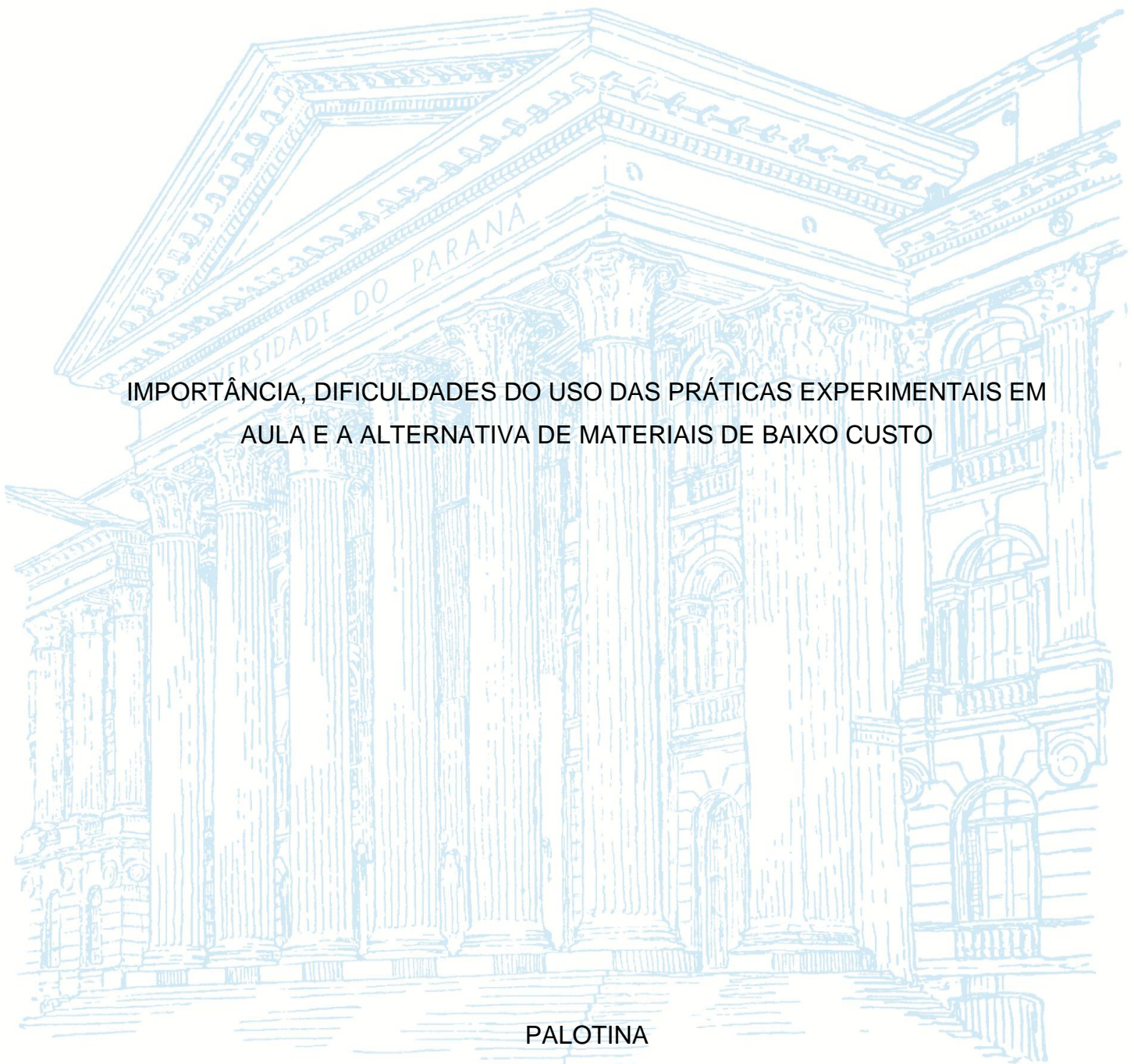
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

ANDRÉ BONFANTE BÓRIO

IMPORTÂNCIA, DIFICULDADES DO USO DAS PRÁTICAS EXPERIMENTAIS EM  
AULA E A ALTERNATIVA DE MATERIAIS DE BAIXO CUSTO

PALOTINA

2019



ANDRÉ BONFANTE BÓRIO

IMPORTÂNCIA, DIFICULDADES DO USO DAS PRÁTICAS EXPERIMENTAIS EM  
AULA E A ALTERNATIVA DE MATERIAIS DE BAIXO CUSTO

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Curso de Licenciatura em  
Ciências Exatas – Física Setor de Palotina,  
Universidade Federal do Paraná, como  
requisito parcial à obtenção do título de  
Licenciado em Física.

Orientador: Prof. Dr. Arthur William de Brito  
Bergold

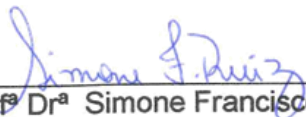
PALOTINA  
2019

## TERMO DE APROVAÇÃO

ANDRÉ BONFANTE BÓRIO

### IMPORTÂNCIA, DIFICULDADES DO USO DAS PRÁTICAS EXPERIMENTAIS EM AULA E A ALTERNATIVA DE MATERIAIS DE BAIXO CUSTO

Monografia apresentada como requisito parcial à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso, Licenciatura em Ciências Exatas, Setor Palotina, Universidade Federal do Paraná, pela seguinte banca examinadora:



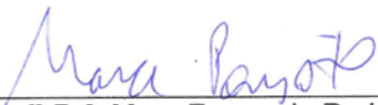
Profª Drª Simone Francisco Ruiz

*Membro da banca*



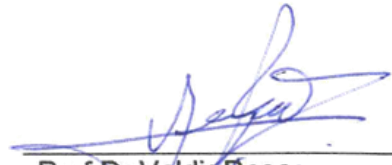
Profª Drª Leidi Cecília Friedrich

*Membro da Banca*



Profª Drª Mara Fernanda Parisoto

*Membro da Banca*



Prof Dr Valdir Rosa

*Membro da Banca*

Palotina, 02 de Julho de 2019.

ERRATA			
FOLHA	LINHA/ILUSTRAÇÃO	ONDE SE LÊ	LEIA-SE
Capa	--	Importância, dificuldades do uso das práticas experimentais em aula e a alternativa de materiais de baixo custo	Entendimento do termo materiais de baixo custo (MBC)
Folha de rosto	--	Importância, dificuldades do uso das práticas experimentais em aula e a alternativa de materiais de baixo custo	Entendimento do termo materiais de baixo custo (MBC)
Termo de aprovação	--	Importância, dificuldades do uso das práticas experimentais em aula e a alternativa de materiais de baixo custo	Entendimento do termo materiais de baixo custo (MBC)

Aos meus pais e meu irmão que sempre me ajudaram e incentivaram na trajetória acadêmica.

A todos os professores, técnicos e demais indivíduos que fizeram parte da minha trajetória acadêmica.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao meu orientador, prof. Dr. Arthur William de Brito Bergold, pelo incentivo, acompanhamento durante o trabalho, orientação e amizade.

À Universidade Federal do Paraná, em específico o campus Setor Palotina, e ao Curso de Licenciatura em Ciências Exatas, por oportunizar experiências e vivências com professores, técnicos, e demais companheiros de turma que, em sua maioria, foi satisfatória e sua importante contribuição na minha formação acadêmica.

À professora Dra. Camila Tonezer pelo empenho dedicado ao Curso e como orientadora do projeto em que surgiu a ideia do desenvolvimento deste estudo para o Trabalho de Conclusão de Curso.

À professora Dra. Rita de Cássia dos Anjos pela sua imensa contribuição na minha formação acadêmica.

No que diz respeito ao empenho, ao compromisso, ao esforço, à dedicação, não existe meio termo. Ou você faz uma coisa bem feita ou não faz.

*Ayrton Senna*

## RESUMO

O presente trabalho irá abordar a importância das práticas experimentais, as dificuldades de sua inserção e elaboração em aula, podendo a utilização de “materiais de baixo custo” (MBC) ser uma alternativa e ao final a compreensão do desse termo proposto por autores durante a pesquisa realizada. Se ocorreram algumas mudanças significativas na área de ensino perante algumas iniciativas do Estado em relação a práticas experimentais, o cotidiano do aluno e na transformação que esta pode fazer com as aulas tradicionais normalmente presentes em nossa educação. Assim trazendo que não é somente a prática experimental a responsável pela saída total do modelo educacional que vivemos, e obtendo resultados mais satisfatório no processo de ensino. As práticas experimentais que envolvem MBC, podem ser então uma alternativa para que elas possam dar acesso aos alunos a essas atividades tão potencializadoras, mas que elas devem ser utilizadas de forma coerente e concreta pelo professor. Com o uso da análise de conteúdo, é possível com embasamento teórico e exemplos, que por meio da pesquisa bibliográfica os resultados obtidos, não são em sua totalidade agradáveis para nós professores, já que os resultados não foram tão satisfatórios, ou se foram precisam de alguns ajustes e debates. Os autores que produzem e propunham essas atividades de práticas experimentais que caracterizam o uso do termo MBC e assim, está relacionado aos materiais que se utilizarão durante a prática. Foi identificado divergências que podem não possuir um entendimento concreto, ou então não fazem transparecer isto em seus trabalhos, pois foi verificado que vários dos materiais utilizados durante a prática experimental, não se encaixam na definição de MBC proposta pela literatura, ou que requerem que a escola, colégio possua um ambiente específico para esta prática, o que pode não ser uma realidade frequente em nosso país. Com isso, ao final temos uma relação dos MBC com as dificuldades encontrados por nós professores acerca da utilização das práticas experimentais, que por sua vez podem estar relacionados a outros aspectos que ainda os autores não identificaram.

Palavras-chave: Compreensão do termo baixo custo, definição, materiais de baixo custo, práticas experimentais.



## **ABSTRACT**

The present work will address the importance of the experimental practices, the difficulties of their insertion and elaboration in class, and the use of "low cost materials" (MBC) can be an alternative and in the end the understanding of the term proposed by authors during the research done. If there have been any significant changes in the area of teaching before some initiatives of the State in relation to experimental practices, the daily life of the student and the transformation that this can make with the traditional classes normally present in our education. Thus bringing it is not only the experimental practice that is responsible for the total exit of the educational model that we live, and obtaining more satisfactory results in the teaching process. Experimental practices involving MBC can then be an alternative so that they can give students access to such potentializing activities, but that they should be used in a coherent and concrete way by the teacher. With the use of content analysis, it is possible with theoretical basis and examples, that through the bibliographic research the results obtained are not in their entirety pleasing to us teachers, since the results were not so satisfactory, or if they were needed some adjustments and debates. The authors who produce and propose these activities of experimental practices that characterize the use of the term MBC and thus, are related to the materials that will be used during the practice. It was found that several of the materials used during the experimental practice do not fit the definition of MBC proposed by the literature, or that they require that the school, college has a specific environment for this practice, which may not be a frequent reality in our country. With this, in the end we have a relationship of MBC with the difficulties encountered by us teachers about the use of experimental practices, which in turn may be related to other aspects that the authors have not yet identified.

**Key-words:** Understanding the term low cost, definition, low cost materials, experimental experiences.

## **LISTA DE ABREVIATURAS**

CBEF – Caderno Brasileiro de Ensino de Física

FAI – Física Auto-Instrutivo

FUNBEC – Fundação Brasileira de Educação e Cultura

GETEF - Grupo de Estudos em Tecnologia de Ensino de Física

MBC – Materiais de baixo custo

PEBEF – Projeto Brasileiro de Ensino de Física

PEF – Projeto de Ensino de Física

PSSC – Physical Science Study Committee

RBEF – Revista Brasileira de Ensino de Física

SBF – Sociedade Brasileira de Física

USP – Universidade de São Paulo

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	12
1.1	ESCOLHA DO TEMA	13
1.2	PROBLEMA DA PESQUISA	14
1.3	JUSTIFICATIVA	15
1.4	OBJETIVOS	19
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>	19
<b>3</b>	<b>A IMPORTÂNCIA DAS PRÁTICAS EXPERIMENTAIS</b>	20
3.1	DIFICULDADES DAS PRÁTICAS EXPERIMENTAIS	22
3.2	BAIXO CUSTO COMO ALTERNATIVA	24
<b>4</b>	<b>METODOLOGIA</b>	25
4.1	DADOS E ANÁLISES	27
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	29
	<b>REFERÊNCIAS</b>	33
	<b>APÊNDICE 1 – ARTIGOS QUE COMPÕEM O CORPUS</b>	35

## 1 INTRODUÇÃO

O trabalho a seguir visa abordar a importância das práticas experimentais para o processo de ensino aprendizagem, o uso dos materiais de baixo custo como alternativa para a inserção das práticas experimentais em aula e o que caracterizam esses MBC.

Dessa forma o tema, irá discorrer e consistirá em uma análise crítica dessas práticas experimentais, em que é possível perceber que algumas medidas adotadas pelo nosso país não foram suficientes, para darmos um salto para o avanço das aulas que utilizam e desenvolvem essas atividades, proporcionando o ensino aprendizagem, assim as aulas podem ficar mais atrativas, interacionistas e despertam o senso crítico dos alunos.

Será discutido um ponto específico em que os autores deveriam atentar melhor e elaborar conceitos de forma mais consciente nos artigos lidos durante a pesquisa bibliográfica. Estes, presentes no Caderno Brasileiro de Ensino de Física (CBEF) e Revista Brasileira de Ensino de Física (RBEF), artigos lidos que fazem parte do “corpus” do trabalho, e base para a análise de conteúdo proposta por Bardin (1977). A base de dados escolhida é de grande expressão em nosso cenário de divulgação da ciência, bem como fornecedor de material de apoio para professores em nosso país.

Segundo Pedrisa (2001), Diogo e Gobara (2007) o ensino de Ciências em específico, a Física, está fortemente influenciado pela não elaboração de práticas experimentais, uma grande ligação com o livro didático, poucas aulas e a falta de capacitação dos professores. Sendo esses exemplos, algumas das dificuldades encontradas pelos docentes para a não execução de práticas experimentais em aula.

É importante ressaltar que a prática experimental na Educação Básica de nosso país é uma prática rara e incipiente devido a fatores estruturais como salienta Bergold e Ruiz (2005), falta de estrutura física para laboratórios nas escolas, falta de equipamentos, falta de capacitação específica dos docentes em práticas experimentais para o ensino de ciências, excesso de alunos, falta de técnico de laboratório ou monitores, podendo ocorrer também a falta de tempo para a execução e montagem da prática experimental e a escola não possuir recursos financeiros para adquirir equipamentos, etc.

A pesquisa tentará entender o que realmente e precisamente é de fato um MBC, enfocando as definições e entendimento dos autores acerca desse termo, pois sabemos que cada professor, escola, colégio, universidade possui diferentes limitações na questão de seus investimentos, e projetos que possam auxiliar nesse aspecto. Esta constatação da falta de definição do termo MBC, é que mais me chamou atenção, dessa forma procurei de terminar as suas implicações desta ausência nos trabalhos propostos pelos autores.

A prática experimental é de grande importância para a formação e construção de novos conhecimentos nos alunos e professores, podem ser uma iniciativa também para a cultura científica no país.

Porém, pode-se perceber por que, em nosso contexto, o uso de práticas experimentais no ensino de ciências está fortemente ligado a condições econômicas e reformas educacionais, o que não estamos acostumados a presenciar grandes iniciativas nessa área.

O que observei e concluí é que está ocorrendo a falta da explicação do que são realmente MBC nos trabalhos pesquisados e assim podem estar de forma equivocada presente no ensino. Há poucos critérios estabelecidos que caracterizem um experimento de “baixo custo”, ou que justifiquem a escolha por esta opção. Verificou-se que alguns dos materiais citados nas práticas descritas não são de fácil aquisição, por exemplo, pois ou são importados, ou necessitam de grande tempo para ter seu acesso ou ainda necessitam de laboratórios ou oficinas para serem construídos, montados e ajustados. O que pode levar a um problema, pois nem todas as escolas, colégios e universidades possuem total suporte para esta realização.

A triste realidade é que o professor, em geral, não dispõe de nenhuma dessas regalias, como por exemplo, auxílio de técnico, ambiente específico, tempo adequado para a realização da prática, materiais sofisticados, etc. Outra constatação é a de que alguns artigos (6 de um total de 43 analisados) apresentam o termo “baixo custo” apenas no título e mais uma vez somente.

## **1.1 ESCOLHA DO TEMA**

Durante atividades realizadas no projeto licenciar “Desvendando o laboratório de Física”, projeto de extensão “A Física no ensino médio e a formação

continuada de professores da rede pública de Palotina”, e observação das aulas nos colégios durante às disciplinas de Estágios, onde se fez a realização de uma oficina didática “Práticas experimentais de baixo custo”, que então me despertou ainda mais o interesse para a realização da pesquisa, e aprofundamento do tema.

O tema em específico para a pesquisa, a metodologia, as análises foram sendo desenvolvidas e discutidas com meu professor e orientador, que foram fundamentais para que a pesquisa e para que alguns procedimentos fossem realizados da melhor maneira possível. Sendo assim então para que pudessem ser melhor discutidos, abordados, trabalhados e desenvolvidos.

Nota-se dificuldade entre alunos e professores em terem acesso a práticas experimentais, equipamentos que possam ser utilizados e manuseados pelos mesmos, passíveis de construção durante a aula e em sala de aula (visam principalmente a acessibilidade e tempo de construção e execução da prática experimental) e também que possam ser repostos com facilidade.

Em particular, meus interesses por aulas práticas no colégio me despertavam muitas curiosidades, perguntas, mesmo que fossem raras as práticas desenvolvidas. Ao ter um contato mais direto com as práticas experimentais durante a graduação, foi então que me propus a tentar entender, ler, pesquisar, discutir, analisar sobre essas questões.

## **1.2 PROBLEMA DA PESQUISA**

Com a experiência e vivência de aluno do ensino médio e pesquisador no que se refere a práticas experimentais de “baixo custo” em aula, podemos perceber que nossas escolas e colégios carecem de investimentos em laboratórios, subsídios para manter esses laboratórios funcionando, falta de equipamentos e, às vezes, professores incapacitados para manusear os equipamentos.

Nesse contexto, vem se desenvolvendo e discutidas práticas experimentais denominadas de “baixo custo”. O que podemos perceber e observar com os gráficos no próximo tópico deste trabalho, é que essas práticas vêm sendo então alvo de discussão, pois estão sendo publicados trabalhos referente a esse tema, e dessa forma possivelmente elas poderão estar presentes nas aulas.

Quando nos referimos a MBC, o termo “baixo custo” foi citado nos artigos da pesquisa pelo menos uma vez, sendo então afirmado pelo autor que a sua descrição

da prática experimental se encaixa nessa característica de “baixo custo”. Mas caso esse MBC seja inacessível para o professor da Educação Básica, será que o termo condiz com a sua realidade?

Pois assim veremos que, esse termo dá a entender que possui uma definição que não está totalmente explícita nos artigos dos autores que foram realizados a pesquisa. Dessa forma, iremos discutir através dos resultados da pesquisa o possível entendimento do termo. E assim questionar qual a verdadeira caracterização de MBC?

### **1.3 JUSTIFICATIVA**

O presente trabalho se direciona para estudantes, professores, técnicos, alunos de graduação, pós-graduação que tenham interesse em práticas experimentais não somente na área de Física propriamente dita, bem como para o entendimento de MBC, para uma discussão e possível compreensão do termo.

Desenvolver atividades em projetos de pesquisa, extensão e licenciar, manusear, realizar e elaborar práticas experimentais na Universidade pode ser algo divertido, acessível, com tudo em sua volta para que este ato ocorra da melhor maneira possível, ter um técnico de laboratório, equipamentos de alta precisão e sofisticados, ambientes apropriados e professores capacitados para esta realização. É uma realidade vivenciada no dia a dia como estudante de graduação. Mas ao me deparar com as observações no colégio e as regências ministradas, se encontra outra realidade nas escolas de Educação Básica.

Falta de ambiente apropriado, técnicos, número excessivo de alunos em sala de aula para a quantidade de material disponível em laboratório, isso quando há material, reclamações de professores acerca da falta de cursos de formação continuada para o manuseio dos equipamentos que estão disponíveis, ou quando estes professores tiveram sua graduação, não tiveram a oportunidade de partilhar de um laboratório, ou de projetos que pudessem estar em contato com práticas experimentais. E por fim o que mais ouço é a falta de tempo para a realização destas, ou seja, pouco tempo para a realização de práticas experimentais com os alunos.

Costa e Barros (2015) enumeram várias carências da área de ensino de Física no país, dentre estas destacam-se as falhas conceituais e a não habilidade

laboratorial por parte dos professores, por isso promove limitações no desenvolvimento de uma prática experimental. Ainda mais, vão além da aplicação da prática experimental em sala de aula e citam que, nas universidades falta incremento de programas para capacitação em serviço dos professores do ensino médio, ou a demonstração de preocupação com a formação científica e pedagógica dos docentes. Portanto podemos concluir de acordo com a Sociedade Brasileira de Física (1970, p. 41) que, “há um completo divórcio entre a escola secundária e a universidade”.

Dessa forma, cabe a nós futuros professores mudar essa realidade que a quase 50 anos se perpetua no ensino em nosso país.

Ou então para complementar essa ideia, o pesquisador em um contexto mais atual concluiu que:

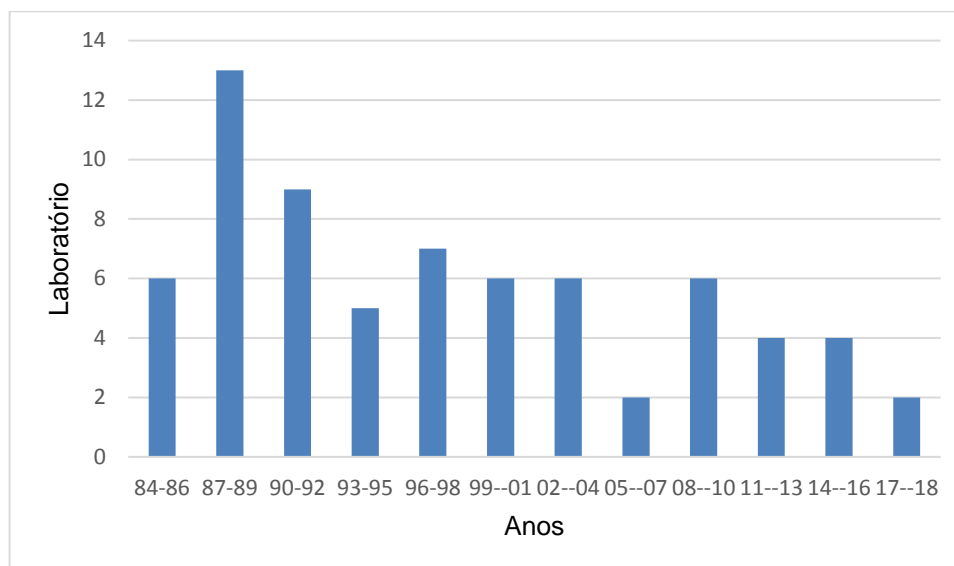
Essa distância pode assumir diversas formas, podendo ir da ruptura à rejeição da formação teórica pelos profissionais, ou então assumir formas mais atenuadas como adaptações, transformações, seleção de certos conhecimentos a fim de incorporá-los à prática. Desse ponto de vista, a prática profissional nunca é um espaço de aplicação dos conhecimentos universitários. (TARDIF, 2002, p. 257).

Além disso, é verificado que conforme segue os gráficos abaixo, por mais que propostas de atividades de práticas experimentais que envolvam o “baixo custo” sejam desenvolvidas, elas possuem aspectos que descaracterizam a justificativa do artigo (assim veremos exemplos mais adiante).

Durante a pesquisa somente nos títulos dos artigos do CBEF e RBEF com o termo “baixo custo”, sem incluir resumo e palavras chaves, foram construídos alguns gráficos para podermos analisarmos como foi esta abordagem.

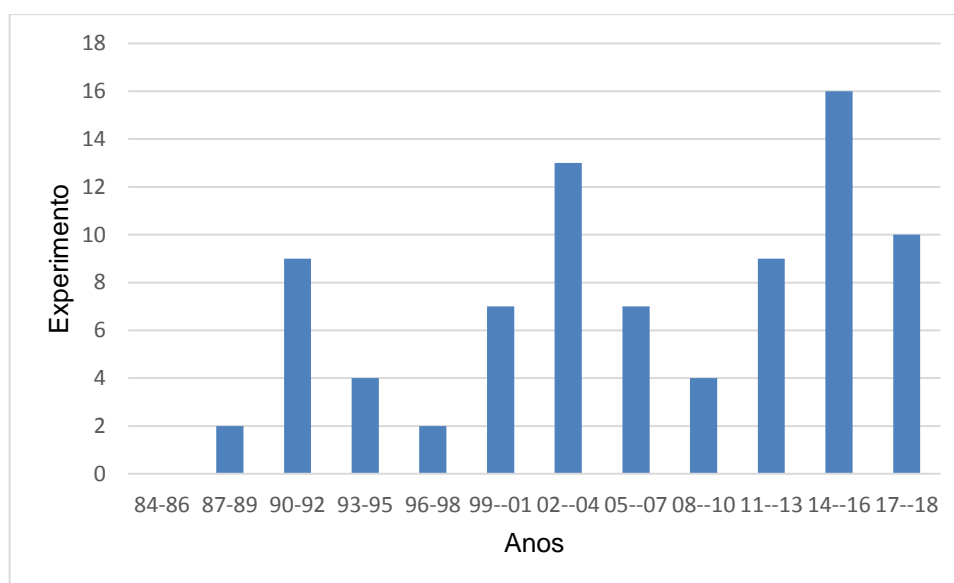


GRÁFICO 1: Número de artigos contendo o termo “laboratório” no CBEF ao longo dos anos.



FONTE: O autor (2019).

GRÁFICO 2: Número de artigos contendo o termo “experimento” no CBEF ao longo dos anos.

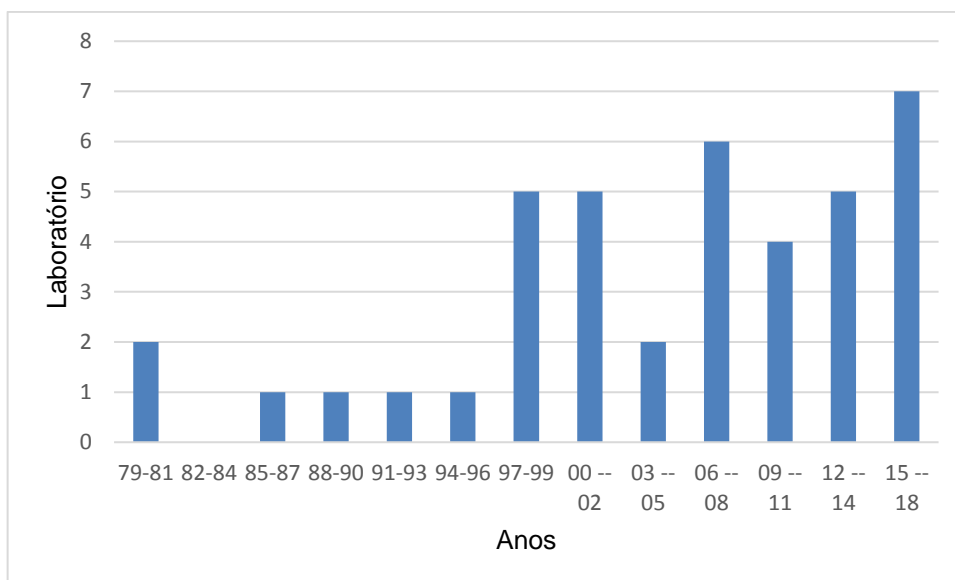


FONTE: O autor (2019).

É interessante que se pode observar nos dois gráficos que há uma tendência de crescimento nos artigos com “experimento” e de diminuição nos artigos com “laboratório”. Isso pode indicar uma tendência crescente de realizar práticas experimentais sem utilizar um espaço específico de laboratório. É importante ressaltar que essas palavras foram escolhidas, porque elas de alguma forma estão

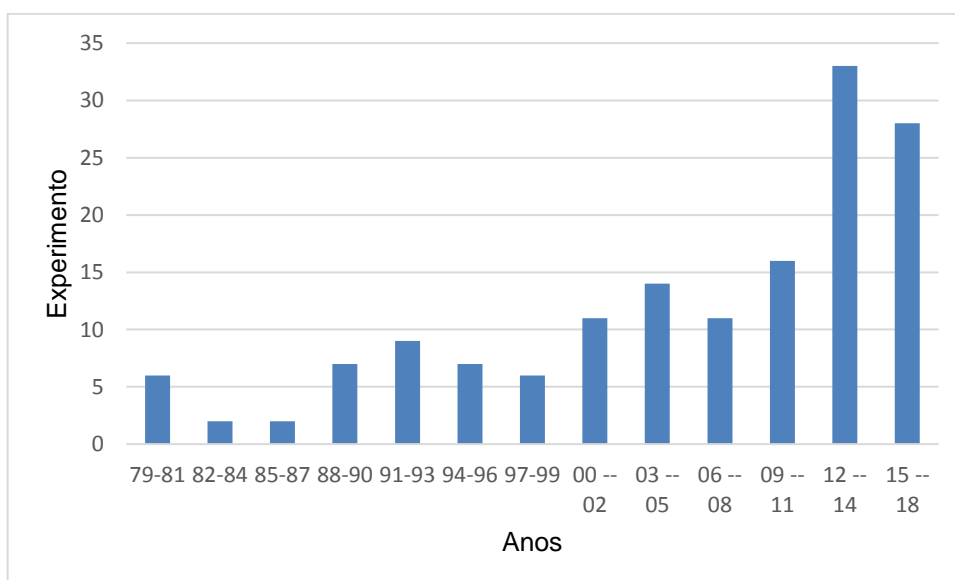
interligadas às práticas experimentais, e dessa forma podem abordar a práticas experimentais com alternativas de MBC.

GRÁFICO 3: Número de artigos contendo o termo “laboratório” na RBEF ao longo dos anos.



FONTE: O autor (2019).

GRÁFICO 4: Número de artigos contendo o termo “experimento” na RBEF ao longo dos anos.



FONTE: O autor (2019).

Os possíveis resultados obtidos na RBEF durante a pesquisa, se demonstraram ser aparentemente mais satisfatórios, pois podemos perceber que o

termo experimento está mais presente e com isso possa estar sendo mais discutido entre os pesquisadores e autores que publicam na RBEF.

#### **1.4 OBJETIVOS**

O presente trabalho tem como seu principal objetivo em um primeiro momento, aprofundar a compreensão do significado do termo “práticas experimentais de baixo custo” a partir do conteúdo dos artigos da RBEF e do CBEF que tratam do assunto.

Em um segundo momento, propõe-se analisar as implicações da compreensão de MBC dos autores dos artigos que fazem com que as práticas propostas por eles sejam utilizadas ou utilizáveis, ou não, pelos professores da Educação Básica.

### **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Quando falamos de práticas experimentais no ensino de Física, pode-se pensar que é uma atividade fácil de ser realizada quando se possuem todos os materiais necessários, procedimentos eficazes, alunos com total confiança em manusear equipamentos, que envolve somente o professor, os alunos e os técnicos, e que todos contribuem de forma colaborativa para que ocorra da melhor maneira possível.

No momento em que nos deparamos com a realidade fora da Universidade, como nas salas de aulas do Ensino Básico, esse ato de pensar que a prática experimental antes parecia ser fácil de realizada, nos mostra a quão delicada, complicada pode se tornar uma aula experimental sem subsídios e auxílios necessários e essenciais para o professor e os alunos. Assim a prática pode se tornar difícil e inviável.

Quando colocados em ação esses possíveis pensamentos e realidade sobre os elementos que envolvem a execução da prática experimental, alguns obstáculos podem surgir em na sua elaboração. Por exemplo: a formação do professor pode ter sido comprometida, criando algumas defasagens em relação ao ensino de práticas experimentais, a escola não possui um técnico de laboratório, o que implicaria na total organização do ambiente para a realização da prática, o que poderia acarretar

um problema em relação ao tempo de duração da aula e da prática experimental em si, ou até então materiais disponíveis na escola e no colégio em que o professor não sabe manusear e não teve uma preparação para o manuseio destes materiais.

Mesmo com todas essas adversidades, as práticas experimentais em aula, devem estar presentes, como ressaltam Feix, Saraiva e Kipper (2012), que afirmam que esta prática pode formar indivíduos desenvolvidos, com um senso crítico maior, mais ativos e presentes no processo de mudança dessa realidade, e assim possuindo um papel de grande importância no desenvolvimento do conhecimento se tornando uma ferramenta importante neste processo de ensino-aprendizagem.

Como ressaltam os seguintes autores:

[...] a concepção de ciência como cultura releva elementos que vão além dos apresentados no ambiente escolar tradicional. Conhecimento científico como cultura é, portanto uma construção humana, cujos interesses e ações são guiados por instâncias da sociedade, como economia, política, contextos histórico-sociais, elementos ambientais etc. Desta forma, o laboratório didático de física passa a ser um dos meios para relacionar os estudantes com o todo complexo que envolve a ciência. (ANDRADE; LOPES; CARVALHO, 2000, p. 2).

No que diz respeito à cultura científica em nosso país, estamos num todo procurando formas para que isso aconteça, mas como mencionado pelos autores acima, o conhecimento científico como cultura da sociedade, perpassa pelo todo da formação do cidadão, e que em nosso contexto estão diretamente e fortemente ligados a instâncias que englobam nossa sociedade.

### **3 A IMPORTÂNCIA DAS PRÁTICAS EXPERIMENTAIS**

No que se refere a práticas experimentais, estas envolvem diretamente os tipos de laboratórios didáticos. As atividades geralmente previstas para o laboratório didático assim, explicado por Carvalho *et al.* (2002), são em geral aquelas em que o aluno tem oportunidade de manusear os objetos e equipamentos que utilizaram durante a prática, como por exemplo, os instrumentos de medidas. Assim oportunizam a observação dos fenômenos envolvidos, o controle de variáveis, e também será responsável pela interpretação dos resultados e/ou algum resultado que possa ser considerado fora do normal.

As práticas experimentais nas escolas deram início há mais de um século, com uma forte relação com as práticas realizadas nas universidades. Seu objetivo era melhorar o ensino dos conteúdos científicos, até porque os alunos aprendiam os conteúdos ensinados, mas o grande problema estava em como aplicar o que foi aprendido. Como ressalta Izquierdo, Sanmartí e Espinet (1999), o ponto chave para o problema no ensino de ciências não está no conteúdo científico, e sim em como os alunos irão aplicá-los.

O ensino de Física utilizando práticas experimentais, vem sendo proposto há décadas no país, com incentivos iniciais de equipamentos vindo de outros países, projetos que se desencadearam no final da década de 1950.

Com esses investimentos foram então desenvolvidos projetos com a proposta de renovação curricular, dentre eles destaca-se Physical Science Study Committee (PSSC) nos Estados Unidos da América, entre outros. Podemos exemplificar ainda mais, o PSSC que foi um dos que possuiu maior repercussão, e ganhando uma versão traduzida para o português e implementado em nosso país.

No ambiente brasileiro no final da década de 1960, o país também desenvolveu alguns projetos, como destaca Wu (2003): o Projeto Brasileiro de Ensino de Física (PBEF) pela Fundação Brasileira de Educação e Cultura (FUNBEC); Física Auto-Instrutivo (FAI) pelo Grupo de Estudos em Tecnologia de Ensino de Física (GETEF) e por fim o Projeto de Ensino de Física (PEF) pelo Instituto de Física da Universidade de São Paulo (USP).

Os objetivos gerais dos projetos nacionais e internacionais tinham e visavam principalmente a reforma do ensino. Essa reforma do ensino seria alcançada como mencionam os autores abaixo, por algumas vias, são elas:

A inclusão, no currículo, do que havia de mais moderno nas Ciências;  
A incorporação de atividade experimental desenvolvida pelo aluno;  
A substituição dos métodos expositivos de aula por métodos mais modernos;  
A mudança do referencial de ensino, que era o livro, e passaria a ser o ensino por projetos;  
Vincular o processo intelectual à investigação científica, incorporando o método científico no desenvolvimento das disciplinas. (KRASILCHIK, 1987, p. 9-17; MOREIRA, 2000, p. 94-96).

A utilização de práticas experimentais em aula pelo professor, ou então desenvolvida pelos alunos, tem caráter fundamental no processo de ensino aprendizagem. A prática experimental sendo trabalhada com os alunos desenvolve

habilidades, procedimentos, relações mais próximas dos alunos com o professor por meio de perguntas e entre os próprios alunos, abordagens conceituais diferentes, faz uma ligação entre o mundo abstrato e os conceituais, reflexões e potenciais que sem a prática experimental não seria possível.

Essa ideia é reforçada pelos autores:

[...] de modo convergente a esse âmbito de preocupações, o uso de atividades experimentais como estratégia de ensino de Física tem sido apontado por professores e alunos como uma das maneiras mais frutíferas de se minimizar as dificuldades de aprender e de se ensinar Física de modo significativo e consistente. (ARAÚJO; ABIB, 2003, p. 2).

Como ainda ressalta que:

Graças às atividades experimentais, o aluno é incitado a não permanecer no mundo dos conceitos e no mundo das 'linguagens', tendo a oportunidade de relacionar esses dois mundos com o mundo empírico. Compreende-se, então, como as atividades experimentais são enriquecedoras para o aluno, uma vez que elas dão um verdadeiro sentido ao mundo abstrato e formal das linguagens. (SÉRE, 2003, p. 39-40).

Assim, percebemos que o aluno pode transitar no dos conceitos e o das “linguagens”, bem como conseguir fazer a relação destes nas práticas experimentais, para que ele mesmo construa e desenvolva seus conhecimentos, sendo assim o agente principal do seu aprendizado. E assim sem as práticas experimentais, o aluno deixa de ter a oportunidade de explorar de forma orientada e sistemática, o mundo real em que ele vive.

Portanto, quando pensamos em experimento e laboratório isso nos remete à prática, a uma atividade diferenciada, materiais didáticos diferentes do comum que é o livro. Assim como ressalta BRODIN (1978, p. 10), “[elo] que falta entre o mundo abstrato dos pensamentos e idéias e o mundo concreto das realidades físicas. O papel do laboratório é, portanto, o de conectar dois mundos, o da teoria e o da prática”.

### 3.1 DIFICULDADES DAS PRÁTICAS EXPERIMENTAIS DE BAIXO CUSTO

As vias propostas pelos autores Krasilchik (1987) e Moreira (2000) nas páginas anteriores, não se mostraram acessíveis e eficazes, dessa forma ocasionando várias barreiras, e o ensino continuando da mesma forma, pois, com a

má formação dos professores, o não conhecimento total das práticas experimentais, não reposição de materiais danificados, a consequente insegurança em relação a práticas experimentais, escassos equipamentos de laboratório e o laboratório em si, poucas aulas que envolviam as disciplinas científicas, consideradas não obrigatórias no ensino secundário e a pouca influência dessa área nos exames de admissão, fizeram com que essa proposta não tivesse sucesso.

Para complementar, vejamos a seguir:

[...] baixa remuneração dos professores que, por isso mesmo, são obrigados a se desdobrar em mais de um emprego ou escola, dando número exagerado de aulas por dia. E que por isso não têm tempo para se dedicar a um aperfeiçoamento, a uma atualização mesmo domiciliar e bibliográfica ou, o que é mais sério, sem tempo para preparar as próprias aulas. (ALMEIDA JÚNIOR, 1980, p. 66).

Dessa forma, o ensino experimental de Física, como relatado por Diogo e Gobara (2008), no seu início, enfrenta uma grande dificuldade por não receber a atenção necessária por parte do Estado, ser altamente influenciado por condições econômicas, reformas educacionais, sociais e políticas, não conseguindo ser considerado como “algo” autônomo e autodeterminado.

Essa subseção traz um contraste, essencial e problematizadora acerca das realizações das “práticas experimentais de baixo custo” e principalmente dos experimentos que são considerados de “baixo custo” pelos autores identificados durante a pesquisa. Não poderia deixar de citar um fator que também é imprescindível para entendermos a definição que os autores propunham acerca das “práticas experimentais de baixo custo”.

Durante a pesquisa, um dos pontos principais foi uma provável compreensão do que se caracterizaria MBC por parte dos autores, porque quando não possuindo clareza em sua definição, os MBC causam uma má adequação à realidade do contexto escolar, podendo produzir frustrações no professor no ato de ensinar e para o estudante no ato de aprender.

Charlot (2013) descreve a prática docente tendo uma grande influência do Estado, tem uma grande influência no trabalho realizado pelo professor em aula, pois segundo o autor:

Quanto mais difíceis as condições de trabalho, mais predominam as estratégias de sobrevivência. Avanço a hipóteses de que são essas

estratégias de sobrevivência, e não uma misteriosa “resistência à mudança” que freiam as tentativas de reforma ou inovação pedagógica. (CHARLOT, 2013, p. 106).

Como ressaltam Gil Pérez *et al.* (1999), os professores têm cursos de formações, reuniões que trabalham assuntos diferentes e pertinentes em relação ao ensino, proporcionam uma abordagem diferenciada para o professor poder utilizar em aula, discutem e desenvolvem ideias para a melhor realização do processo de ensino e da aprendizagem, funcionamento das aulas, mas que isto não é o suficiente para a mudança da forma como esses professores ensinam durante suas aulas.

O professor por mais que tenha passado por esses complementos de formação é percebido ensinando da mesma forma que fazia antes, no modelo tradicional, ocasionando frustração, porque os métodos e alternativas de desenvolvimentos não se modificaram ou ficaram melhores que antes.

### 3.2 BAIXO CUSTO COMO ALTERNATIVA

Uma alternativa para a experimentação em aula poderia ser utilizando as “práticas experimentais de baixo custo”. É uma possibilidade visando que, conforme citado e discutido, as “práticas experimentais de baixo custo” e os aspectos que o cercam, podem não estar sendo utilizadas. Dessa forma, a utilização de práticas experimentais que utilizam os MBC entra em ação, como uma forma de possibilitar aos alunos a realizarem e terem essas aulas práticas.

Como ressalta o autor Wisniewski (1990), os MBC oportunizam as práticas experimentais nas escolas no contexto em que nosso país está hoje. Além disso, o aluno pode perceber que a Física não é para poucos, mas que está ao alcance de todos os alunos.

Em relação aos objetivos e à frequência das práticas experimentais Axt e Moreira (1991) dizem que, as práticas experimentais não enfatizam a relação teoria e experimento, podendo ser executadas de formas aleatórias e não condizente com o atual conteúdo, se tornando um apêndice. A prática é ainda menos abordada para comprovar conceitos, fazer medições experimentais, por exemplo, de constantes e propor problemas durante a realização e raramente são utilizadas para expor conceitos que não foram abordados durante a aula expositiva.



Durante a pesquisa um dos entendimentos essenciais para a discussão e compreensão é a de MBC, quais são suas características, como são delimitados, o que pode ser considerado de baixo custo visando o orçamento disponíveis, tempo, capacitação docente, etc.

Já que estou falando de MBC como alternativa para as práticas experimentais, a definição do que são esses materiais é essencial. Já que o termo MBC é citado muitas vezes na maior parte dos artigos.

Wisniewski (1990), em sua dissertação de mestrado, realizou uma revisão da literatura disponível naquela época como uma fundamentação para a utilização dos MBC na prática experimental. Segundo o autor não foi encontrada a definição para o termo. Dessa forma ele mesmo propôs uma definição para o termo, segundo a qual:

MBC são aqueles que constituem um tipo de recurso que apresentam as seguintes características: são simples, baratos e de fácil aquisição. São materiais que facilitam o processo de ensino-aprendizagem, porém não proporcionam informações. (WISNIEWSKI, 1990, p. 99-100).

Assim, eu decidi investigar se o mesmo fenômeno acontece no ensino de Física, pois essa definição foi proposta pelo autor durante uma prática experimental de MBC no ensino de química. Portanto, os procedimentos utilizados nesta investigação vêm a seguir.

#### **4 METODOLOGIA**

A análise de conteúdo proposta por Bardin (1977), foi utilizada durante o processo de análise dos resultados obtidos e inicialmente na pesquisa. Porque Bardin (1977) propõe que a análise de conteúdo perpassa por três fases denominadas de: 1º fase, pré-análise; 2º fase, exploração do material e 3º fase, tratamento dos resultados, inferência e interpretação.

A fase de pré-análise é composta por três missões, que são elas: determinar os materiais que serão analisados, as hipóteses e por fim os objetivos que estão relacionados com os resultados finais da pesquisa. Assim como BARDIN (1977, pag. 96) [...] “pré-análise tem por objetivo a organização, embora ela própria seja

composta por actividades não estruturadas, «abertas», por oposição à exploração sistemática dos documentos”.

Seguindo então o primeiro passo proposto, meu material de análise foi o CBEF, do qual foram selecionados 14 artigos por conterem o termo “baixo custo” em seus títulos, desde o ano de 1984 até 2018 em todas às suas edições e volumes. Da mesma forma na RBEF encontraram-se 29 artigos, dentre, 2 em inglês e 1 em espanhol, desde o ano de 1979 até 2018. A pesquisa foi realizada inteiramente *online* via *site* oficial de cada um deles. Ao total então foram 43 artigos, que estão todos referenciados e disponíveis no “APÊNDICE 1 – ARTIGOS QUE COMPÕEM O CORPUS”.

As edições de 2019 não foram incluídas, porque eu quis englobar todas as edições disponíveis de um mesmo ano.

A escolha dessas duas palavras se deu de forma que, estas possuem total ligação com as práticas experimentais e laboratórios desenvolvidos nas escolas, colégios e universidades, sendo também uma conexão entre a teoria e a prática.

A fase de exploração do material, se designa na formulação das categorias e da classificação. Onde que ocorrerá o estudo mais detalhado com seus respectivos propósitos e objetivos que já se tem pronto, pois foi originado na pré-análise.

Nessa segunda fase, foi realizada então a partir de meu entendimento a categorização, com categorias ligadas a práticas experimentais em aula, sendo elas:

**Público alvo**, com intuito de identificar quem serão os indivíduos a utilizarem daquela prática experimental.

**Conteúdo**, que abrangerá esta atividade, podendo ser não somente a Física, mas outras áreas do conhecimento, como por exemplo, biologia, matemática, química.

**Baixo custo**, considerando a conclusão proposta por Wisniewski (1990), que também compartilho da mesma ideia.

E por fim, **Acessível**, para que os alunos e principalmente o professor, tenha oportunidade de trabalhar com práticas experimentais com seus alunos.

Portanto, a fase de tratamento dos resultados, inferência e interpretação, nos diz que segundo Bardin (1977), os resultados num todo serão abordados em conjunto, podendo ser feitos os resultados já que estarão agrupados.

Assim, nesta última fase de análise da pesquisa, foi verificado que alguns autores não possuem especificamente um significado concreto e coerente para

MBC, visto que esta definição foi proposta por Wisniewski (1990), onde diz que as características que devem possuir esses materiais são: fácil aquisição, simples e barato.

A categorização é importante para entender quais categorias cada artigo pertence, e assim analisar o grupo como um todo.

Desta forma, a atividade categorial não se reduz à atribuição de etiquetas prototípicas aos indivíduos e aos objetos, mas se ocupa dos métodos utilizados pelos sujeitos para caracterizar, descrever, justificar, compreender os fenômenos da vida cotidiana. (RODRIGUES-LEITE, 2004, p. 69).

Como ressalta o autor:

[...] o objetivo da análise de conteúdo é a manipulação de mensagens (conteúdo e expressão desse conteúdo) para evidenciar os indicadores que permitam inferir sobre uma outra realidade que não a da mensagem. (BARDIN, 2011, p. 52).

#### 4.1 DADOS E ANÁLISES

Nesta nova seção irei dedicar aos dados analisados, a categorização realizada, bem como os resultados da pesquisa que foi feita no momento inicial, quando se pensou em abordar práticas experimentais com MBC.

Os conteúdos foram bem diversificados nos temas que a Física abrange, por exemplo: Física nuclear; Física moderna; Eletromagnetismo; Óptica; Eletrostática; Hidrostática; Óptica geométrica; Cinemática, etc, sendo um ponto positivo, porque assim diríamos que nenhuma área da Física, por exemplo a mecânica ficasse saturada de propostas experimentais e outras áreas ficassem com possíveis defasagens.

Sendo caracterizado por baixo custo ou não, é interessante ressaltar que durante a leitura dos artigos é notável que alguns dos materiais que foram utilizados não são possíveis de encontrar, por exemplo, em pequenas cidades, ou até mesmo no nosso país, assim descaracterizando o baixo custo, fácil aquisição, simples e barato. Foi percebido também que alguns artigos argumentam ser de práticas experimentais de baixo custo e acessível, simples ou fácil aquisição, reforçando o que seria o termo baixo custo.

Considerado ou não acessível, porque é visível que algumas propostas de práticas experimentais por mais que envolvam MBC, elas não são viáveis no ambiente em que o professor, técnico, estagiário, etc está inserido, pois as práticas podem necessitar de outros materiais que são essenciais e que não se encontram disponíveis na realidade do contexto escolar em que ela está inserida.

Os resultados que foram obtidos é que na linha de público alvo, todos são contemplados com propostas de práticas experimentais, ensino fundamental anos finais, médio e ensino superior, exceto o ensino fundamental anos iniciais, e o que podemos perceber é que acerca de que nenhuma das práticas experimentais continha eventuais indicações para a utilização caso a escola ou colégio não possuísse laboratório.

Portanto, podemos pensar que nossas escolas não comportam um total suporte para as práticas experimentais. Dessa forma, os experimentos de “baixo custo” são uma opção e alternativa ao professor de sala de aula.

A experimentação não envolve somente materiais adequados, laboratórios equipados, mas também professores capacitados para realizar determinada atividade, tempo disponível, quantidade de material que condiz com a quantidade de alunos em que estamos trabalhando.

Assim, os resultados da pesquisa mostram que, segundo os autores dos artigos em relação as definições do termo “baixo custo” há divergência, vejamos por exemplo: ALMEIDA, DIAS e JULIÃO (2017, p. 591) citam “o microcontrolador Arduíno, que além do baixo custo possui uma grande comunidade de usuários com vasto material para consulta disponível, tornando sua utilização acessível para todos”. Será mesmo que o microcontrolador Arduíno é de baixo custo, ou então caso tenha que comprar pela *internet* o frete será compensável? Será que a escola ou colégio tem orçamento destinado a compra de materiais para laboratório? Será que a escola possui computadores com acesso à *internet* disponível para os alunos acessarem essa comunidade de usuários?

SZMOSKI (2018, p. 3) “O sensor ultrassônico utilizado, modelo HC-SR04, possui baixo custo e pode ser facilmente encontrado em lojas de eletrônica”. Será que uma loja de eletrônica é encontrada em pequenas cidades? O custo desse sensor se encaixa no orçamento da escola, colégio ou até mesmo do professor?

Dentre todos os artigos pesquisados, uma grande parte não define ou tenta definir o termo “baixo custo”, iguais à alguns autores citados acima. É notável

mentonar novamente que alguns dos equipamentos considerados de baixo custo, não possuem em nossa cidade, região, e até mesmo no país, algumas escolas e colégios não possuem laboratório, dessa forma podem inviabilizar a prática experimental.

É importante ressaltar que foi verificado que em 6 artigos de um total de 43 analisados o termo baixo custo, foi empregado somente no título, subtítulo ou citado mais uma única vez, assim não foi mencionado mais vezes durante a escrita, o que pode tornar o não entendimento do termo “baixo custo” pelo autor, ser considerado algo como se fosse empregado somente para conter no título, mas que o artigo não possui característica nenhuma com o termo empregado, ou ainda mais complexo podendo ser usado só para enfeitar o artigo e se caracterizar em algum tema de evento e para publicação.

Levamos a pensar que, se os próprios autores fazem o que citamos acima existem algumas possibilidades a serem consideradas:

1 - Os autores têm bem claro o que é um MBC e isso é tão óbvio que eles não sentem necessidade de definir ou explicar.

2 - Os autores não têm bem claro o significado de MBC mas não percebem isso, por isso não veem necessidade de definir ou explicar.

3 - Os autores realmente não sabem o que é um MBC. Mas será que eles escreveriam um artigo sobre isso?

Portanto, com a escassez de comentários acerca do significado de MBC, alguns autores não tenham consciência de mais do que uma questão de valor financeiro, o MBC tem um significado como filosofia ou motivação para a execução do trabalho docente em um contexto de grandes dificuldades de infraestrutura, saberes e tempo. Devesse estar bem claro e definido para os autores o que caracterizam esse termo, para então avançarmos na implementação de práticas experimentais que contém MBC em nossas escolas, colégios e, até quem sabe, nas universidades.

## **5 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Durante o trabalho, a proposta de entender, aprofundar e pesquisar mais sobre as “práticas experimentais de baixo custo”, interesse este que desenvolvi

durante algumas atividades realizadas em projetos na universidade e na prática escolar.

O entendimento acerca do surgimento das práticas experimentais desenvolvidas para melhorar a qualidade de ensino, e assim empregada em nosso país e também com projetos desenvolvidos aqui, dão uma possibilidade que nós professores e autores de atividades que tem como propósito a inclusão das práticas experimentais em aula, uma melhor compreensão ou clareza do termo MBC. Algumas das iniciativas desenvolvidas não obtiveram sucesso, da mesma forma que nosso contexto escolar está diretamente ligado as políticas públicas em que, muitas vezes, não dão a atenção necessária para essas práticas tão importantes no nosso ensino nas escolas. Cabe a nós então compreender e fazer ligação com nossa realidade, para podermos fazer a mudança em nosso contexto escolar, utilizando essas práticas experimentais de MBC.

Sabemos e percebemos, a partir da literatura e, muitas vezes, das nossas práticas em sala de aula sobre a importância das práticas experimentais, que são um potencializador da aprendizagem para nossos alunos, e vale ressaltar ainda que, por mais que tenhamos algumas iniciativas das universidades e projetos que tentam aproximar os professores para se capacitarem nessa área, para desenvolver então com seus alunos essas atividades diferenciadas, podendo assim demonstrar que os conceitos apreendidos nas teorias estão presentes em nossa realidade, e ao alcance de todos.

A proposta de alternativa utilizando MBC para nossa realidade, é bem-vinda porque dessa forma as práticas estarão sendo mais utilizadas, pois entendemos e compreendemos o contexto em que nossas escolas estão, assim esses materiais fazem com que muitas vezes as práticas experimentais sejam incluídas no desenvolvimento das aulas dos professores, possibilitando uma aula que se difere das aulas tradicionais em que estamos acostumados a presenciar.

A importância desses materiais por sua vez, não é a salvação ou o método que precisamos utilizar para ter resultados deslumbrantes, e assim fazer uma mudança que seja nitidamente percebida com o uso dessas atividades, pois segundo AXT e MOREIRA (1991, p. 4):

[...] O mínimo exigido para um bom ensino de Ciências já não será considerado de baixo custo dentro dos parâmetros da nossa realidade escolar. Devemos assumir que uma educação custa caro e que não

tiraremos nossa população do estado de miséria cultural propondo sistematicamente arranjos com canudinhos de refresco, clips, rolhas e outros materiais do gênero.

Mas, refletindo nossa realidade, e entendemos que uma boa educação se faz com professores capacitados, bem remunerados, com incentivos de carreira, com estrutura, laboratórios bem equipados, assim o que vivemos não se encaixa nessas questões, fazendo com que nós utilizemos esses materiais citados pelos autores, que ao mesmo tempo que podem oportunizar a construção do conhecimento, estamos nos familiarizando com uma educação pobre.

É necessário um melhor embasamento acerca do termo MBC, para que não ocorra equívocos em sua caracterização e então não seja, entendida de forma errada, passando assim uma visão que não condiz com a apresentada na literatura.

Portanto, essas práticas propostas então merecem uma reflexão mais detalhada dos autores, para que eles mesmos tenham uma maior compreensão do que se trata essas práticas experimentais que utilizam MBC, e ainda no que poderá refletir a sua proposta em aula.

Pensando que, o quesito dos MBC ser simples pode estar relacionado a:

1 - A dificuldade que os professores enfrentam em relação à sua capacitação docente, a formação pode ter sido insuficiente neste quesito de trabalhar, manusear, construir e desenvolver práticas experimentais, bem como a formação continuada pode não estar sendo ofertada nesta área.

2 - A dificuldade que os professores têm em relação à falta de equipamentos, pois sabemos que nossas escolas, colégios carecem de materiais que envolvam a prática experimental, pelo seu custo. Assim a alternativa de MBC é uma iniciativa para amenizar esta falta das práticas experimentais.

3 - A dificuldade que os professores têm com a carga de trabalho, porque até que o professor consiga dividir os alunos, explicar, organizar a prática experimental e então desenvolver com os alunos o tempo pode ser insuficiente.

Contudo, o entendimento, e com a leitura durante a pesquisa realizada, as “práticas experimentais de baixo custo” são aquelas que utilizam materiais de fácil aquisição, sendo possível encontrar na realidade do indivíduo que irá utilizar, seja barato a ponto que se encaixe no orçamento da escola ou colégio em que está inserido e sua montagem simples, proporcionando que o professor durante a aula consiga montar todo o equipamento e desenvolva a proposta com seus alunos. Até

porque sabemos agora que o baixo custo, não se refere apenas ao custo em dinheiro, e sim também no tempo para aprender, no elaborar, montar e executar uma prática experimental. Assim investir tempo, dinheiro, esforço em práticas experimentais é um bom investimento para o professor.



## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA JÚNIOR, J. B. de. A evolução do ensino de Física no Brasil – 2º parte. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 2, n. 1, p. 55-73, 1980.
- ALMEIDA, T. C.; DIAS, E. de C.; JULIÃO, A. da S. Um laboratório portátil de baixo custo: medição de g utilizando um pêndulo e a placa *Raspberry Pi*. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 34, n. 2, p. 590-602, ago. 2017.
- ANDRADE, J. A. N. de; LOPES, N. C.; CARVALHO, W. L. P. de. Uma análise crítica do laboratório didático de Física: a experimentação como uma ferramenta para a cultura científica. In: VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, VII ENPEC, Florianópolis - SC. **Atas do VII ENPEC**. p. 1-12, 2009. Disponível em: <http://posgrad.fae.ufmg.br/posgrad/viiienpec/pdfs/1161.pdf>. Acesso em: 24 abr. 2019.
- ARAÚJO, M. S. T. de; ABIB, M. L. V. dos S. Atividades experimentais no ensino de física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. São Paulo, v. 25, n. 2, p. 176-194, jun. 2003.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo** (Tradução de Luís Antero Reto e Augusto Pinheiro). São Paulo: Edições 70, 2011.
- BERGOLD, A. W. de B.; RUIZ, V. E. V.. Anistia da Física experimental no ensino médio: iniciando um laboratório didático de Física. **XVI – Simpósio Nacional de ensino de Física**, jan. 2005.
- BORTOLETTO, A. et al. **Pesquisa em Ensino de Física (2000-2007): áreas temáticas em eventos e revistas nacionais**. Disponível em: <http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/vienpec/CR2/p570.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2018.
- BRODIN, G. **The role of the laboratory in the education of industrial physicists and electrical engineers**. [S.l.:s.n.] 1978.
- CARVALHO, W. L. P. et al. O laboratório didático e o desenvolvimento do conhecimento pedagógico do conteúdo de professores de química. In: GARCIA, W. G.; GUEDES, A. M. (Org.). **Núcleos de ensino**. São Paulo: Unesp, Pró-Reitoria de Graduação, 2003. p. 306-317. Disponível em: [www.unesp.br/prograd/nucleo2003/index2002.php](http://www.unesp.br/prograd/nucleo2003/index2002.php). Acesso em: 06 mar. 2019.
- CHARLOT, B. **Da relação com o saber às práticas educativas**. 1. ed. São Paulo: Cortez, 2013.
- COSTA L. G.; BARROS M. A. O Ensino da Física no Brasil: problemas e desafios. **XII Congresso Nacional de Educação (EDUCERE)**, 2015.
- DIOGO, R. C.; GOBARA, S. T. Educação e ensino de Ciências Naturais/Física no Brasil: do Brasil Colônia à Era Vargas. **Revista Brasileira de Estudos pedagógicos**, Brasília, v. 89, n. 222, p. 365-383, maio/ago. 2008.

DIOGO, R. C.; GOBARA, S. T. **Sociedade, educação e ensino de Física no Brasil: do Brasil colônia ao fim da era Vargas**. 2007. 11 f. Dissertação (Mestrado em Educação). Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, 2007.

FEIX, E. C.; SARAIVA, S. B.; KIPPER, L. M. A importância da Física experimental no processo ensino-aprendizagem. **III Salão de ensino e de extensão**, Universidade de Santa Cruz do Sul - Santa Cruz, Rio Grande do Sul, 2012.

GIL PÉREZ, D. et al. ¿Tiene sentido seguir distinguiendo entre aprendizaje de conceptos, resolución de problemas de lápiz y papel y realización de prácticas de laboratorio? **Enseñanza de las ciencias**, v. 17, n. 2, p. 311-320, 1999.

IZQUIERDO, M; SANMARTÍ, N; ESPINET, M. Fundamentación y diseño de las prácticas escolares de ciencias experimentales. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 17, n. 1, p. 45-60, 1999.

KRASILCHIK, M. **O professor e o currículo das ciências**. São Paulo: EPU, 1987. (Temas básicos de educação e ensino).

MOREIRA, M. A. Ensino de Física no Brasil: Retrospectiva e Perspectivas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 22, n. 1, p. 94-99, 2000.

PEDRISA, C. M. Características históricas do ensino de ciências. **Ciência & Ensino, Campinas**, n. 11, p. 9-12, 2001.

RODRIGUES-LEITE, J. E. **A construção pública do conhecimento: linguagem e interação na cognição social**. 2004. 248 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2004. Disponível em: [https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/7729/1/arquivo8430\\_1.pdf](https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/7729/1/arquivo8430_1.pdf). Acesso em: 04 mar. 2019.

SÉRE, M. G. O papel da experimentação do ensino da Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 20, n. 1, p. 31-43, abr. 2003.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA. **Boletim**, Bahia, n. 4, p. 41, dez. 1970.

TARDIF, M. **Saberes docentes e formação profissional**. 17. ed. Petrópolis, Rio de Janeiro: Vozes, 2002.

WISNIEWSKI, G. **Utilização de Materiais de Baixo Custo no Ensino de Química Conjugados aos Recursos Didáticos Locais Disponíveis**. 1990. 209 f. Dissertação (Mestrado em Educação). Centro de Ciências da Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1990.

WUO, W. O ensino de física na perspectiva do livro didático. In: OLIVEIRA, Marcus Aurélio Taborda de; RANZI, Serlei Maria Fischer (Orgs.). **História das disciplinas escolares no Brasil**. Bragança Paulista: Editora da Universidade de São Francisco, 2003. p. 299-338.

## APÊNDICE 1 – ARTIGOS QUE COMPÕEM O CORPUS

- [1] ALMEIDA, T. C.; DIAS, E. de C.; JULIÃO, A. da S. Um laboratório portátil de baixo custo: medição de  $g$  utilizando um pêndulo e a placa *Raspberry Pi*. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 34, n. 2, p. 590-602, ago. 2017.
- [2] AXT, R.; MOREIRA, M. A. O ensino experimental e a questão de baixo custo. **Revista de Ensino de Física**, v. 13, n. 1, p. 97-103, dez. 1991.
- [3] AZEVEDO, G. T. de et al. Gerador trifásico de baixo custo para o ensino de física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 39, n. 3, 2017.
- [4] BOFF, C. A.; BASTOS, R. O.; MELQUIADES, F. L. Práticas experimentais no ensino de física nuclear utilizando material de baixo custo. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 34, n. 1, p. 236-247, abr. 2017.
- [5] CATUNDA, T. et al. Laser de Semicondutor Visível: um Instrumento Didático de Baixo Custo. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 20, n. 3, set. 1998.
- [6] CAVALCANTI, M. A.; BONIZZIA, A.; GOMES, L. C. P. Aquisição de dados no laboratório de física: um método fácil, simples e de baixo custo para experimentos em mecânica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 30, n. 2, 2008.
- [7] COLUSSI, V. C.; CANSIAM, A. M. Rede de difração holográfica: Uma opção eficiente e de baixo custo. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 17, n. 1, set. 1995.
- [8] CRUZ, G. K. et al. Um iluminador de baixo custo para a realização de experimentos de óptica geométrica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 40, n. 3, 2018.
- [9] DIONISIO, G.; MAGNO, W. C. *Photogate* de baixo custo para apor de jogos do PC. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 29, n. 2, p. 287-293, 2007.
- [10] DUARTE, S. E. Física para o ensino médio usando simulações e experimentos de baixo custo: um exemplo abordando dinâmica da rotação. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 29, n. especial 1, p. 525-542, set. 2012.
- [11] GALLI, C. Produção de hologramas com equipamentos de baixo custo. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 10, n. 3, p. 258-261, dez.1993.
- [12] GALLI, C. Produção de hologramas com equipamentos de baixo custo. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 21, n. especial, p. 315-318, 2004.
- [13] GANCI, A. Como dois ou mais PC's s podem ser conectados simultaneamente por meio de uma "internet key" ou um modem para celular: uma solução de baixo custo. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 33, n. 1, 2011.

- [14] GANCI, A.; GANCI, S. Experimentos de demonstração em eletrostática: equipamentos de baixo custo. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 34, n. 2, 2012.
- [15] GUTIERRE, H. G. et al. Sistema fotodetector econômico para utilização em laboratórios de ensino e pesquisa. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 39, n. 3, 2017.
- [16] IACHEL, G. et al. A montagem e utilização de telescópios refratores de baixo custo como experiência motivadora na educação em astronomia. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 31, n. 4, 2009.
- [17] JESUS, V. L. B. de; SASAKI, D. G. G. Vídeo-análise de um experimento de baixo custo sobre atrito cinético e atrito de rolamento. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 36, n. 3, 2014.
- [18] LABURÚ, C. E. Demonstre em aula movimentos acelerados: um experimento de baixo custo para o ensino médio. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 12, n. 1, p. 53-55, abr. 1995.
- [19] LABURÚ, C. E.; FERREIRA, N. C. Laboratório caseiro construindo um esferômetro e cilindrometro (equipamentos de baixo custo). **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 13, n. 2, p. 165-171, ago.1996.
- [20] LABURÚ, C. E.; RODRIGUES, R. Laboratório caseiro calorímetro de baixo custo. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 15, n. 3, p. 319-322, dez. 1998.
- [21] LABURÚ, C. E.; SILVA, O. H. M. da. Determinação da pressão interna de lâmpadas fluorescentes (um experimento de baixo custo). **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 21, p. 249-257, ago. 2004.
- [22] LABURÚ, C. E. et al. Laboratório caseiro pára-raios: um experimento simples e de baixo custo para a eletrostática. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 25, n. 1, p. 168-182, abr. 2008.
- [23] LAGANÁ, C. Estudo de raios cósmicos utilizando uma câmara de nuvens de baixo custo. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 33, n. 3, 2011.
- [24] LÜDCKE, E. Um espectrofotômetro de baixo custo para laboratórios de ensino: aplicações no ensino de absorção eletrônica e emissão de fluorescência. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 32, n. 1, 2010.
- [25] LUIZ, F. F.; SOUZA, L. E. S.; DOMINGUES, P. H. Um sistema automático de baixo custo para medidas de intervalos de tempo. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 38, n. 2, 2016.
- [26] MACEDO, J. A. de; PEDROSO, L. S.; COSTA, G. A. da. Aprimorando e validando um *photogate* de baixo custo. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 40, n. 4, 2018.

- [27] MAGNO, W. C.; ANDRADE, M.; ARAÚJO, A. E. P. de. Construindo um gaussímetro de baixo custo. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 32, n. 3, 2010.
- [28] MICHA, D. N. et al. “Vendo o invisível”. Experimentos de visualização do infravermelho feitos com materiais simples e de baixo custo. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 33, n. 1, 2011.
- [29] MONTEIRO, M. A. A. et al. As atividades de demonstração e a teoria de Vigotski: um motor elétrico de fácil construção e de baixo custo. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 27, n. 2, p. 371-384, ago. 2010.
- [30] MORALES, C. A. C.; MORA, C. *Experimentos de mecânica com temporizador de baixo custo*. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 34, n. 4, 2012.
- [31] OLIVEIRA, A. G. M. I. de; OLIVEIRA, I. T. P. de. Construção de uma pilha didática de baixo custo. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 18, n. 1, p. 101-107, abr. 2001.
- [32] OLIVEIRA, F.; PAIXÃO, J. A. Atividade experimental “*hands-on*” para o estudo das características de um gerador (pilha voltaica) e de um receptor (voltímetro) com material simples, de fácil acesso e baixo custo. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 39, n. 1, 2017.
- [33] PEDROSO, L. S. et al. Construção de um luxímetro de baixo custo. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 38, n. 2, 2016.
- [34] PEREZ, S. et al. O estudo do movimento browniano com material de baixo custo. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 40, n. 1, 2018.
- [35] PIMENTEL, J. R.; BRINATTI, A. M. Laboratório caseiro banco ótico e acessórios de baixo custo. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, n. 6 (1), p. 77-83, abr. 1989.
- [36] RIBAS, R. V.; SOUZA, A. F. de; SANTOS, N. Um sistema de aquisição de dados de baixo custo para o laboratório didático. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 20, n. 3, set. 1998.
- [37] SILVA, J. C. X.; LEAL, C. E. dos S. Proposta de laboratório de física de baixo custo para escolas da rede pública de ensino médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 39, n. 1, 2017.
- [38] SILVA, O. H. M. da; LABURÚ, C. E. Uma alternativa de baixo custo ao experimento de óptica denominado comercialmente “*Magic Hologram – Mirage 3D*”. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 32, n. 1, p. 246-252, abr. 2015.
- [39] SOUZA, A. R. et al. A placa Arduino: uma opção de baixo custo para experiências de física assistidas pelo PC. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 33, n. 1, 2011.

[40] SOUZA, L. A. et al. Discutindo a natureza ondulatória da luz e o modelo da óptica geométrica através de uma atividade experimental de baixo custo. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 37, n. 4, 2015.

[41] SZMOSKI, R. M. et al. Desenvolvimento de um aparato experimental de baixo custo para o estudo de objetos em queda: análise do movimento de magnetos em tubos verticalmente orientados. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 40, n. 1, 2018.

[42] TORSONI, G. B.; CARVALHO, C. L. Planejamento e produção de um criostato de baixo custo para caracterização elétrica de materiais. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 34, n. 4, 2012.

[43] TURCHIELLO, R. de F.; GÓMEZ, S. L. Efeito de Lente Térmica: uma demonstração de baixo custo para laboratórios de ensino sobre a capacidade da luz em modificar o índice de refração de um meio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 38, n. 3, 2016.